

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11045849 A**(43) Date of publication of application: **16.02.99**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/027**  
**G01B 15/00**
(21) Application number: **09201811**(22) Date of filing: **28.07.97**(71) Applicant: **FUJITSU LTD ADVANTEST CORP**
(72) Inventor: **KAWAKAMI KENICHI**  
**YASUDA HIROSHI**  
**SUZAKI YOSHIO**
(54) **MASK DETECTING METHOD AND IT EQUIPMENT**

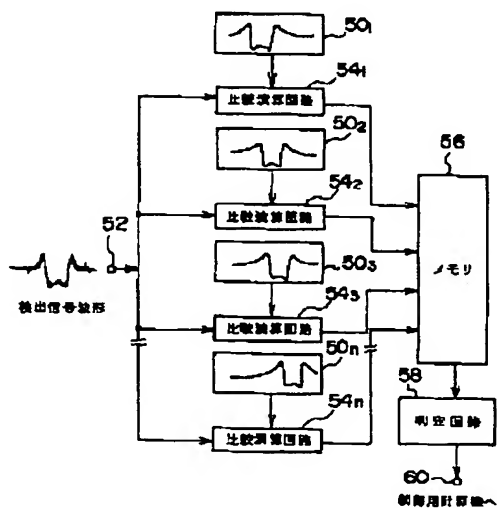
detection in a sort time is enabled.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a mark-detecting method and its equipment, wherein position detecting precision of a mark is high and high speed position detection is enabled by previously storing successively a plurality of reference waveforms which are sifted.

**SOLUTION:** A plurality of reference waveforms, wherein a reference waveform as the reference of a detected signal waveform, is shifted in order by a specified shift amount are previously stored as shown in the reference numerals 50<sub>1</sub>-50<sub>n</sub> in the block diagram. A detected signal waveform is simultaneously compared with a plurality of the reference waveforms, and the shift amount of a reference waveform which has the highest correlation with the detected signal waveform is made the position information of an alignment mark, thereby precisely detecting a mark position. By simultaneously comparing the detected signal waveform with a plurality of the reference waveforms which are shifted in order, the mark position can be detected at a high speed, and



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-45849

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 21/027  
G01B 15/00

識別記号

F I  
H01L 21/30 507 Z  
G01B 15/00 B  
H01L 21/30 541 K

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-201811

(22) 出願日 平成 9 年(1997) 7 月28日

(71) 出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番  
1 号  
(71) 出願人 390005175  
株式会社アドバンテスト  
東京都練馬区旭町 1 丁目32番 1 号  
(72) 発明者 川上 研一  
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番  
1 号 富士通株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

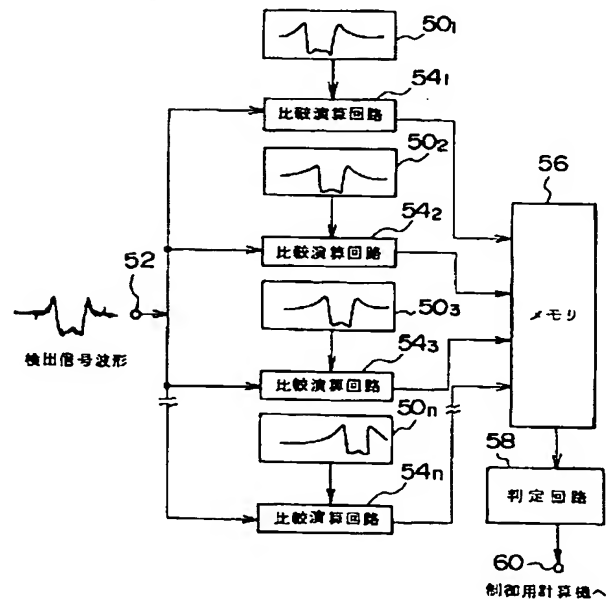
(54) 【発明の名称】 マーク検出方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 従来の方法は、高精度の検出を行うためには、メモリからモデル波形を読み出すときのシフト量を小さくして比較を繰り返さなければならず、位置合わせマークの位置検出に要する時間が長くなる。

【解決手段】 検出信号波形の基準となる基準波形を所定シフト量ずつ順次シフトした複数の基準波形を予め記憶しておき、検出信号波形を前記複数の基準波形夫々と同時に比較し、検出信号波形と最も相関の高い基準波形のシフト量を前記マークの位置情報とする。このため、高精度にマーク位置を検出することが可能となり、また、検出信号波形を、順次シフトした複数の基準波形と同時に比較することにより、高速にマーク位置を検出でき、短時間の検出が可能となる。

本発明のブロック図



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に形成されたマークを荷電粒子ビームで走査し、反射荷電粒子ビームを検出した検出信号波形から前記マークの位置を検出するマーク検出方法において、

前記検出信号波形の基準となる基準波形を所定シフト量ずつ順次シフトした複数の基準波形を予め記憶しておく、

前記検出信号波形を前記複数の基準波形夫々と同時に比較し、

前記検出信号波形と最も相関の高い基準波形のシフト量を前記マークの位置情報とすることを特徴とするマーク検出方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載のマーク検出方法において、

前記基準波形は、前記半導体基板上のマークを実際に走査して得た複数の検出信号波形の平均値であることを特徴とするマーク検出方法。

【請求項 3】 半導体基板上に形成されたマークを荷電粒子ビームで走査し、反射荷電粒子ビームを検出した検出信号波形から前記マークの位置を検出するマーク検出装置において、

前記検出信号波形の基準となる基準波形を所定シフト量ずつ順次シフトした複数の基準波形を予め記憶する複数のメモリ手段と、

前記検出信号波形を前記複数のメモリ夫々から読み出した複数の基準波形夫々と同時に比較して相関を求める複数の比較手段と、

前記検出信号波形と最も相関の高い基準波形を判定してそのシフト量を前記マークの位置情報として出力する判定手段とを有することを特徴とするマーク検出装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載のマーク検出装置において、

前記基準波形は、前記半導体基板上のマークを実際に走査して得た複数の検出信号波形の平均値であることを特徴とするマーク検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はマーク検出方法及びその装置に関し、ウェハ上に形成された例えば位置合わせマークの位置を検出する方法及びその装置に関する。近年、光露光法の限界が指摘されはじめると同時に電子ビーム等の荷電粒子ビーム露光法によるウェハ直接描画の可能性が高まってきている。従来電子ビーム露光法の決定的な弱点とされてきた処理速度の問題も、大電流化やマルチコラム化等によりすこしずつではあるが克服されつつある。これに伴い、位置合わせ時のマーク位置検出も、ウェハプロセスで形成される様々な材料のマークを高速に検出できることが求められるようになってきた。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のマーク位置検出方法として、半導体基板上に形成された位置合わせマークを電子ビーム偏向フィールドの略中心に移動させ、電子ビームにより位置合わせマークを横切るようにスキャンして反射電子を検出し、この検出信号の微分信号を解析して、微分信号が最大値または最小値をとる点を位置合わせマークのエッジとみなし、位置合わせマークの中心位置を求める第 1 の方法がある。

【0003】 また、この他に、予めシミュレーションを行って位置合わせマークの検出信号を算出しモデル波形としてメモリ 1 に格納しておき、第 1 の方法と同様にし得た反射電子の検出信号をメモリ 2 に格納し、上記メモリ 1 から読み出したモデル波形を順次シフトさせてメモリ 2 から読み出した検出信号と比較して、2 つの信号波形が一致するシフト量から位置合わせマークの位置を求める第 2 の方法がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来の第 1 の方法は反射電子の検出信号の変化が最大になる点をマークエッジとして位置合わせマークの中心位置を求めているが、マーク形状やマークの材質によっては上記検出信号の変化が必ずしもマークエッジで最大とならない場合があり、このような場合には位置合わせマークを検出できなくなるという問題があった。

【0005】 また、第 2 の方法は波形の比較であるためマークの形状や材質の影響は受けないが、高精度の検出を行うためには、メモリ 1 からモデル波形を読み出すときのシフト量を小さくして比較を繰り返さなければならず、シフト量が小さいほど比較回数が増加し、位置合わせマークの位置検出を要する時間が長くなるという問題があった。

【0006】 本発明は上記の点に鑑みなされたもので、マークの位置検出精度が高く、かつ、高速の位置検出を行うことができるマーク検出方法及びその装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 に記載の発明は、半導体基板上に形成されたマークを荷電粒子ビームで走査し、反射荷電粒子ビームを検出した検出信号波形から前記マークの位置を検出するマーク検出方法において、前記検出信号波形の基準となる基準波形を所定シフト量ずつ順次シフトした複数の基準波形を予め記憶しておく、前記検出信号波形を前記複数の基準波形夫々と同時に比較し、前記検出信号波形と最も相関の高い基準波形のシフト量を前記マークの位置情報とする。

【0008】 このように、検出信号波形を基準波形と比較することにより、高精度にマーク位置を検出することが可能となり、また、検出信号波形を、順次シフトした複数の基準波形と同時に比較することにより、高速にマ

ーク位置を検出でき、短時間の検出が可能となる。請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 記載のマーク検出方法において、前記基準波形は、前記半導体基板上のマークを実際に走査して得た複数の検出信号波形の平均値である。

【0009】このように、複数の検出信号波形の平均値をとることにより、ノイズの影響の小さい基準信号を得ることができ、高精度のマーク位置検出が可能となる。請求項 3 に記載の発明は、半導体基板上に形成されたマークを荷電粒子ビームで走査し、反射荷電粒子ビームを検出した検出信号波形から前記マークの位置を検出するマーク検出装置において、前記検出信号波形の基準となる基準波形を所定シフト量ずつ順次シフトした複数の基準波形を予め記憶する複数のメモリ手段と、前記検出信号波形を前記複数のメモリ夫々から読み出した複数の基準波形夫々と同時に比較して相関を求める複数の比較手段と、前記検出信号波形と最も相関の高い基準波形を判定してそのシフト量を前記マークの位置情報として出力する判定手段とを有する。

【0010】これによって、請求項 1 に記載の発明を実現できる。請求項 4 の記載によれば、請求項 3 記載のマーク検出装置において、前記基準波形は、前記半導体基板上のマークを実際に走査して得た複数の検出信号波形の平均値である。これによって、請求項 2 に記載の発明を実現できる。

【0011】

【発明の実施の形態】図 2 は本発明が適用される電子ビーム露光装置の鏡筒部分の構成図を示す。電子ビーム発生源である電子銃 1 4 で発生された電子ビームは、図示しない軸合わせ用のアラインメントコイルとレンズ L 1 a を介して、矩形アパーチャ 1 5 に照射される。その結果生成された矩形の電子ビームは、レンズ L 1 b を介してスリット偏向器（デフレクタ）1 7 に入射する。スリット偏向器 1 7 は、修正偏向信号によって制御され微かな位置の修正に利用される。

【0012】電子ビームを所望のパターンに整形するために、矩形開口や所望のパターンのブロックマスク等の複数の透過孔を有する透過マスク 2 0 が用いられる。この透過マスク 2 0 は、水平方向に移動可能なマスクステージ 1 9 に搭載される。そして、電子ビームを所望のブロックマスク位置に偏向するために、電磁レンズ L 2 a、L 2 b と各偏向器 2 1 ~ 2 4 が透過マスク 2 0 の上下に設けられている。なお、非点収差補正器 1 1、像面湾曲補正器 1 2 が透過マスク 2 0 の上側に設けられる。

【0013】上記の様に透過マスク 2 0 内の透過パターンで整形された電子ビームは、ブランキング電極 2 5 によってウェハ 3 6 上への照射、非照射（オン、オフ）が制御される。ブランキング電極 2 5 でオンされた電子ビームは、更にレンズ L 3 を通過して、ラウンドアパーチャ 2 7 を通過する。ラウンドアパーチャ 2 7 は一種の絞

りであり、その開口の程度が制御できるようになっている。これにより電子ビームの収束半角が制限される。そして、リフォーカルコイル 2 8、電磁レンズ L 4 によってビーム形状が最終的に調節される。そして、レンズ L 4 近傍に設けられた図示しないフォーカスコイルにより、電子ビームが露光対象面であるウェハ 3 6 の表面にフォーカスされ、また図示しないスティングコイルにより、非点収差等の補正が行われる。

【0014】そして最終段階で、電子ビームは、投影レンズ L 5 により露光サイズに縮小され、露光位置決定信号により制御される主偏向器（メインデフレクタ）3 3 と副偏向器（サブデフレクタ）3 4 によって、ウェハ 3 6 の表面の正しい位置に照射される。なお、メインデフレクタ 3 3 は電磁偏向器であり、サブデフレクタ 3 4 は静電偏向器である。そして、試料のウェハ 3 6 は、連続的に移動可能なステージ 3 5 に搭載される。また、投影レンズ L 5 の近傍にはウェハ 3 6 に対向して反射電子検出器 3 7、3 8 が設けられている。

【0015】図 3 は反射電子検出器 3 7、3 8 部分の拡大図を示す。ウェハ 3 6 に電子ビームが照射され、ウェハ 3 6 で反射された電子ビームの一部が反射電子検出器 3 7、3 8 に入射して検出される。反射電子検出器 3 7、3 8 夫々の検出信号は加算器 3 9 で加算されて信号解析装置 4 0 に供給される。ここで、ウェハ 3 6 上にシリコン段差で形成された位置合わせマーク 3 6 が形成されており、電子ビームを矢印 X で示すように左側から右側に走査した場合、反射電子検出器 3 7、3 8 で検出される反射電子強度つまり検出信号は図 4 に示すようになる。信号解析装置 4 0 では図 4 に示す検出信号から位置合わせマークの中心位置の偏向量を算出し、制御用計算機 4 2 に供給する。制御用計算機 4 2 は位置合わせマークの中心位置に基づいて位置合わせを行い、電子ビーム露光の制御を行う。

【0016】図 1 は本発明の信号解析装置 4 0 の一実施例のブロック図を示す。同図中、メモリ手段としてのメモリ 5 0<sub>1</sub> ~ 5 0<sub>n</sub> には位置合わせマークの基準波形が所定シフト量だけ順にシフトして予め格納されている。この基準波形は、例えば実際の位置合わせマークを走査して得た複数の検出信号波形を平均化したものである。この他にもウェハの材質や位置合わせマークの形状及び走査電子ビームの断面形状やビーム加速電圧を考慮してシミュレーションにより得たモデル波形であっても良い。メモリ 5 0<sub>1</sub> には基準波形がシフトすることなく格納され、メモリ 5 0<sub>2</sub> には基準波形がシフト量 a（a は例えば数サンプル分）だけシフトされて格納され、以下同様にしてメモリ 5 0<sub>n</sub> には基準波形がシフト量 a（n - 1）だけシフトされて格納されている。

【0017】また、端子 5 2 には加算器 3 9 が出力する検出信号を A/D 変換したデジタルの検出信号波形が供給され、比較手段としての比較演算回路 5 4<sub>1</sub> ~ 5 4<sub>n</sub>

5

。夫々に供給される。比較演算回路 5 4<sub>1</sub> ~ 5 4<sub>n</sub>。夫々は同時に検出信号波形とメモリ 5 0<sub>1</sub> ~ 5 0<sub>n</sub>。夫々から読み出した基準波形との比較演算を行う。この比較演算は検出信号波形と基準波形とのレベル差の 2 乗の略同軸方向の総和を相関値として算出する。つまり検出波形と基準波形とが一致すればするほど上記の相関値は小さくなる。比較演算回路 5 4<sub>1</sub> ~ 5 4<sub>n</sub>。夫々の出力する相関値はメモリ 5 6 に書き込まれる。

【0018】判定手段としての判定回路 5 8 はメモリ 5 6 から比較演算回路 5 4<sub>1</sub> ~ 5 4<sub>n</sub>。夫々の出力した相関値を読み出し、これらの相関値が図 5 に示すような分布であれば、相関値が最小となる比較演算回路のシフト量を偏向量、つまり位置合わせマークの位置情報として端子 6 0 より制御用計算機 4 2 に供給する。このように、検出信号波形を基準波形と比較することにより、高精度に位置合わせマークの位置検出を行うことが可能となり、また、検出信号波形を、順次シフトした複数の基準波形と同時に比較することにより、高速にマーク位置を検出でき、短時間の検出が可能となる。

【0019】

【発明の効果】上述の如く、請求項 1 に記載の発明は、半導体基板上に形成されたマークを荷電粒子ビームで走査し、反射荷電粒子ビームを検出した検出信号波形から前記マークの位置を検出するマーク検出方法において、前記検出信号波形の基準となる基準波形を所定シフト量ずつ順次シフトした複数の基準波形を予め記憶しておき、前記検出信号波形を前記複数の基準波形夫々と同時に比較し、前記検出信号波形と最も相関の高い基準波形のシフト量を前記マークの位置情報とする。

【0020】このように、検出信号波形を基準波形と比較することにより、高精度にマーク位置を検出することが可能となり、また、検出信号波形を、順次シフトした複数の基準波形と同時に比較することにより、高速にマーク位置を検出でき、短時間の検出が可能となる。また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のマーク検出方法において、前記基準波形は、前記半導体基板上のマークを実際に走査して得た複数の検出信号波形の平均値である。

【0021】このように、複数の検出信号波形の平均値をとることにより、ノイズの影響の小さい基準信号を得ることができ、高精度のマーク位置検出が可能となる。

6

また、請求項 3 に記載の発明は、半導体基板上に形成されたマークを荷電粒子ビームで走査し、反射荷電粒子ビームを検出した検出信号波形から前記マークの位置を検出するマーク検出装置において、前記検出信号波形の基準となる基準波形を所定シフト量ずつ順次シフトした複数の基準波形を予め記憶する複数のメモリ手段と、前記検出信号波形を前記複数のメモリ夫々から読み出した複数の基準波形夫々と同時に比較して相関を求める複数の比較手段と、前記検出信号波形と最も相関の高い基準波形を判定してそのシフト量を前記マークの位置情報として出力する判定手段とを有する。

【0022】これによって、請求項 1 に記載の発明を実現できる。また、請求項 4 の記載によれば、請求項 3 に記載のマーク検出装置において、前記基準波形は、前記半導体基板上のマークを実際に走査して得た複数の検出信号波形の平均値である。これによって、請求項 2 に記載の発明を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のブロック図である。

20 【図 2】電子ビーム露光装置の構成図である。

【図 3】反射電子検出器部分の拡大図である。

【図 4】検出信号の波形図である。

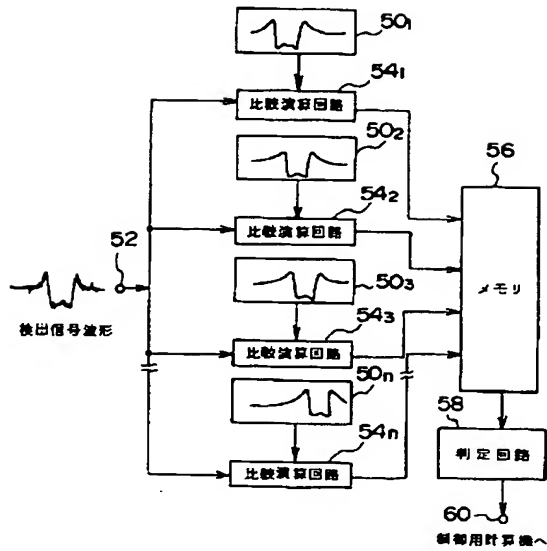
【図 5】相関値の分布を示す図である。

【符号の説明】

- 1 4 電子銃
- 1 5 矩形アパーチャ
- 2 0 透過マスク
- 2 1, 2 3, 2 4 偏向器
- 2 5 ブランキング電極
- 2 7 ラウンドアパーチャ
- 3 3 メインデフレクタ
- 3 4 サブデフレクタ
- 3 5 ステージ
- 3 6 ウェハ
- 3 7, 3 8 反射電子検出器
- 4 0 信号解析装置
- 4 2 制御用計算機
- 5 0<sub>1</sub> ~ 5 0<sub>n</sub>, 5 6 メモリ
- 5 4<sub>1</sub> ~ 5 4<sub>n</sub> 比較演算回路
- 5 8 判定回路

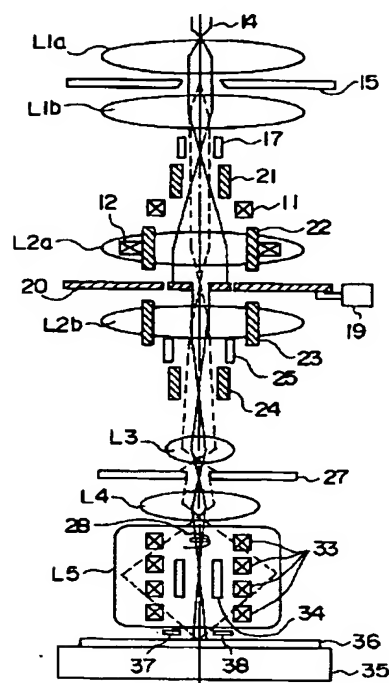
【図 1】

本発明のブロック図



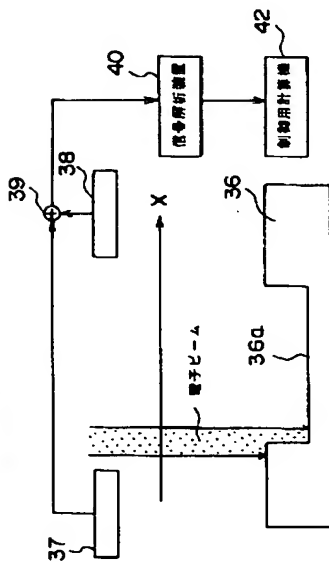
【図 2】

電子ビーム露光装置の構成図



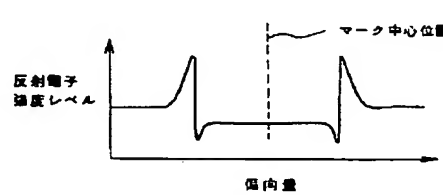
【図 3】

反射電子検出器部分の拡大図



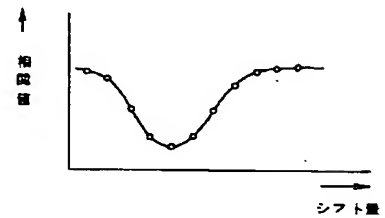
【図 4】

検出信号の波形図



【図 5】

相関値の分布を示す図



フロントページの続き

(72)発明者 安田 洋  
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番  
1 号 富士通株式会社内

(72)発明者 須崎 義夫  
東京都練馬区旭町 1 丁目 32 番 1 号 株式会  
社アドバンテスト内